

## CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU QUẢ TRONG TÍNH TOÁN THIẾT KẾ XƯƠNG TUYẾN THAN

CẢNH CHÍ THANH, NINH THỊ MAI, ĐẶNG VĂN NAM  
 Trường Đại học Mỏ - Địa chất

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, ứng dụng các giải pháp tin học để nâng cao hiệu quả trong tính toán thiết kế xương tuyến than là: Sử dụng phương pháp nội suy Lagrange thay thế các phương pháp truyền thống (phương pháp đồ thị và phương pháp nội suy tuyến tính) và xây dựng giải thuật tự động xử lý làm tròn thay thế việc làm tròn bằng phương pháp thủ công. Các giải pháp cho thấy kết quả tính toán rất nhanh chóng và chính xác.

Trong bài toán thiết kế xương tuyến than, có một số vấn đề khá phức tạp còn tồn tại làm cho người thiết kế rất vất vả trong tính toán và kết quả lại khó có được độ chính xác cao, đó là việc tính toán để đánh giá tính khả tuyển của than và tính toán các bảng tổng hợp số liệu than đem tuyển. Sau khi xem xét kỹ lưỡng những phương pháp tính toán truyền thống đang được áp dụng và độ chính xác của các phương pháp nói trên, chúng tôi đã đưa ra các giải pháp khắc phục những vấn đề còn tồn tại, nhằm nâng cao hiệu quả trong tính toán thiết kế xương tuyến than.

### 1. Sử dụng phương pháp nội suy đa thức trong tính toán đánh giá tính khả tuyển của than

#### 1.1. Đánh giá tính khả tuyển của than

Để đánh giá tính khả tuyển của than, quy trình tính toán gồm các bước sau:

+ Thành lập các bảng phân tích chìm nổi than các cấp hạt. Có nhiều cấp hạt cần phân tích chìm nổi như: Cấp hạt 6-15mm, 15-35mm, 35-50mm và 50-100mm. Ví dụ sau khi thành lập bảng phân tích chìm nổi than cấp hạt 50-100mm, ta có kết quả như trên bảng 1.

Bảng 1. Bảng phân tích chìm nổi than cấp hạt 50-100mm

Cấp tỷ trọng	Than đầu			Phần nổi			Phần chìm		
	$\gamma$ (%)	A(%)	$\gamma \cdot A$ (%)	$\Sigma \gamma$ (%)	$\Sigma \gamma \cdot A$ (%)	A(%)	$\Sigma \gamma$ (%)	$\Sigma \gamma \cdot A$ (%)	A(%)
-1.4	62.11	4.47	277.63	62.11	277.63	4.47	100.00	2552.34	25.52
1.4- 1.5	4.12	12.68	52.24	66.23	329.87	<b>4.98</b>	37.89	2274.71	60.03
1.5- 1.6	2.18	22.45	48.94	68.41	378.81	<b>5.54</b>	33.77	2222.47	65.81
1.6- 1.7	1.69	31.72	53.61	70.10	432.42	6.17	31.59	2173.53	68.80
1.7- 1.8	2.06	41.54	85.57	72.16	517.99	7.18	29.90	2119.92	70.90
1.8- 1.9	1.94	52.30	101.46	74.10	619.45	8.36	27.84	2034.35	73.07
1.9- 2	6.05	61.01	369.11	80.15	988.56	12.33	25.90	1932.89	74.63
+2	19.85	78.78	1563.78	100.00	2552.34	25.52	19.85	1563.78	78.78
Cộng	100.00	25.52							

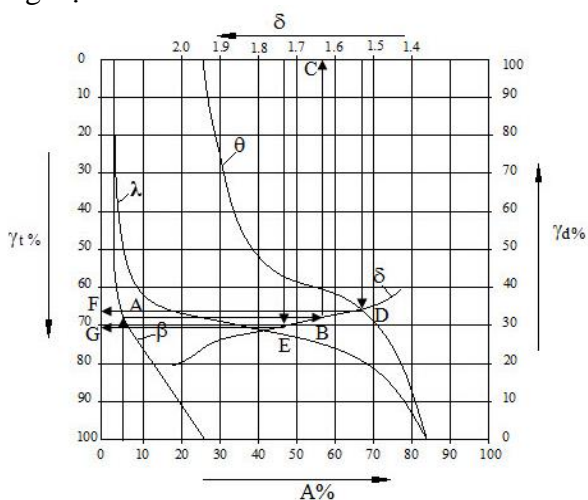
Trong đó:  $\gamma$  - Thu hoạch của than ứng với từng cấp hạt (%);  
 A - Độ tro của than ứng với từng cấp hạt (%);

+ *Xây dựng các đường cong khả tuyến*: Sau khi đã thành lập được bảng phân tích chìm nổi, tiến hành xây dựng các đường cong khả tuyến.

Đường cong khả tuyến được xây dựng bao gồm 4 đường sau:

- $\lambda$  – Đường độ tro nguyên tố;
- $\beta$  – Đường thu hoạch phần nổi.
- $\theta$  – Đường thu hoạch phần chìm;
- $\delta$  – Đường tỷ trọng.

Trên hình 1 nêu ví dụ về các đường cong khả tuyến sau khi đã được xây dựng. Trong đó có 4 trục cùng tích hợp trong một hệ tọa độ: Trục hoành dưới biểu diễn độ tro của than (A%), trục hoành trên biểu diễn tỷ trọng của than ( $\delta$ ), trục tung bên trái biểu diễn thu hoạch của đá thải ( $\gamma_d\%$ ) và trục tung bên phải biểu diễn thu hoạch của cấp có tỷ trọng lân cận ( $\gamma_t\%$ ). Chiều của các trục theo chiều của mũi tên bên cạnh trục cùng với ký hiệu biểu diễn của các đại lượng tương ứng từng trục.



Hình 1. Đường cong khả tuyến

+ *Đánh giá tính khả tuyến than của các cấp hạt*.

Dựa vào các đường cong khả tuyến và độ tro than sạch yêu cầu xác định được tỷ trọng phân tuyến và thu hoạch cấp tỷ trọng lân cận, qua đó thành lập được bảng kết quả đánh giá tính khả tuyến than các cấp hạt. Để làm việc đó, người ta có thể dùng 2 phương pháp:

a) *Phương pháp đồ thị*: Ví dụ trên hình 1, để đánh giá tính khả tuyến than cấp hạt 50-100mm với độ tro yêu cầu của than sạch là 5%, ta làm như sau:

- Đầu tiên phải xác định tỷ trọng phân tuyến bằng cách từ giá trị 5% trên trục hoành dưới, kẻ đường thẳng song song với trục tung, cắt đường  $\beta$  tại 1 điểm (điểm A, theo chiều mũi tên). Từ điểm đó kẻ đường thẳng song song với trục hoành, cắt đường  $\delta$  tại 1 điểm (điểm B). Từ B kẻ đường song song với trục tung, cắt trục hoành trên tại điểm C - đó chính là tỷ trọng phân tuyến ( $\delta_r=1.63$ ).

- Tiếp theo là xác định thu hoạch của cấp có tỷ trọng lân cận ( $\gamma_{\delta r} \pm 0.1$ ) bằng cách từ trục hoành trên, ứng với tỷ trọng  $\delta=1.53$  và  $\delta=1.73$ , kẻ đường song song với trục tung, cắt đường  $\delta$  tại 2 điểm tương ứng (điểm D và điểm E), từ 2 điểm đó kẻ các đường song song với trục hoành, cắt trục độ bên trái tại 2 điểm (điểm F và G). Hiệu tung độ của 2 điểm đó chính là thu hoạch của cấp có tỷ trọng lân cận.

**Đánh giá phương pháp**: Như đã trình bày ở trên, đầu tiên ta phải vẽ được đường cong khả tuyến các cấp hạt trên cơ sở bảng kết quả phân tích chìm nổi tương ứng đã thành lập được và từ đồ thị tiến hành xác định các thông số cần thiết. Để vẽ được đồ thị, cần phải có tọa độ các điểm hoặc phải biết được hàm số của đồ thị cần vẽ. Với bài toán này, việc vẽ đồ thị được thực hiện thông qua tọa độ của các điểm được lấy trong bảng phân tích chìm nổi. Tuy nhiên, số lượng các điểm này lại rất hạn chế (chỉ trong khoảng từ 7 đến 10 điểm). Thực tế hiện nay, khi thực hiện thủ công, người thiết kế căn cứ vào tọa độ của các điểm đã biết để vẽ các đường cong uốn qua các điểm cố định này, do đó độ chính xác là không cao, tùy thuộc và kinh nghiệm và khả năng của từng người thiết kế. Từ việc vẽ các đường cong khả tuyến có độ chính xác thấp, sẽ dẫn đến hệ quả là khi xác định các thông số từ đường cong khả tuyến sẽ thu được kết quả bị sai lệch nhiều, theo đó là việc tính toán thành lập các bảng cũng sẽ bị sai, ảnh hưởng đến các kết quả đánh giá cuối cùng. Như vậy việc sử dụng phương pháp này khá phức tạp, hoàn toàn thủ công và có độ chính xác rất thấp.

b) *Phương pháp nội suy theo số liệu trong bảng phân tích chìm nổi*:

Theo ví dụ trong bảng 1, theo cột cấp tỷ trọng, dóng theo hàng ngang, ta có:

- Ứng với tỷ trọng  $\delta=1.5$  thì có độ tro than sạch  $A_t=4.98$  (ô in đậm).

- Ứng với tỷ trọng  $\delta=1.6$  thì có độ tro than sạch  $A_t=5.54$  (ô in đậm).

Để có độ tro than sạch yêu cầu là  $A_t=5\%$  thì ta phải tính toán nội suy (phương pháp nội suy tuyến tính) để có tỷ trọng phân tuyến tương ứng. Từ kết quả nội suy đó lại tính toán nội suy một lần nữa để ra cấp có tỷ trọng lân cận.

Ngoài ra, khi lập bảng cân bằng lý thuyết các sản phẩm tuyến, cũng phải sử dụng cách nội suy tương tự.

**Đánh giá phương pháp:** Như vậy, với phương pháp nội suy này, ta phải sử dụng cách tính toán thủ công, hay may mắn hơn nhờ sử dụng phần mềm MS Excel, ta cũng phải hiểu rõ cách làm và nhập vào những công thức cần thiết để MS Excel tính toán hộ. Mặc dù thế, phương pháp này mất rất nhiều thời gian và không có độ chính xác cao (do sử dụng phương pháp nội suy tuyến tính).

Như vậy là với cả 2 phương pháp đã trình bày trên đều bộc lộ những nhược điểm. Vì vậy, yêu cầu đặt ra là phải nghiên cứu tìm ra giải pháp khắc phục những nhược điểm và hạn chế đó, giảm sai số đến mức thấp nhất. Sau khi nghiên cứu và thử nghiệm, giải pháp cuối cùng được lựa chọn đó là sử dụng phương pháp nội suy Lagrange để tính toán giá trị các điểm tùy ý trên cơ sở giá trị các điểm đã biết nhằm xác định các thông số cần thiết.

### 1.2. Giới thiệu về nội suy đa thức

Giả sử các đại lượng  $x$  và  $y$  có quan hệ hàm số  $y=f(x)$ , Trong đó ta không biết biểu thức của hàm  $f(x)$  mà chỉ biết một số giá trị của  $y$  tương ứng với các giá trị của  $x$  tại các điểm:  $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$  là  $y_0, y_1, y_2, \dots, y_n$

<b>X</b>	$x_0$	$x_1$	....	$x_k$	....	$x_{n-1}$	$x_n$
<b>Y</b>	$y_0$	$y_1$	....	$y_k$	.....	$y_{n-1}$	$y_n$

trong đó  $x_0, x_1, \dots, x_n$  được sắp xếp theo thứ tự tăng dần.

Bài toán nội suy là bài toán tìm giá trị gần đúng của  $y$  tại các điểm  $x$ , nằm giữa các giá trị trong bảng trên, chẳng hạn như tính gần đúng giá trị  $y_k$  tại điểm  $x_k$ . Mỗi bộ  $(n+1)$  cặp giá trị đã biết của  $x$  và  $y$ :  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$  được

gọi là một mẫu quan sát, các giá trị  $x_0, x_1, \dots, x_n$  gọi là điểm quan sát, còn  $y_0, y_1, \dots, y_n$  gọi là kết quả quan sát.

Ta gọi hệ  $n+1$  hàm  $f_0(x), f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)$  là độc lập trên miền  $x$  nếu:  $t_0f_0(x) + t_1f_1(x) + t_2f_2(x) + \dots + t_nf_n(x) = 0 (\forall x \in X)$  chỉ khi  $t_0 = t_1 = t_2 = \dots = t_n = 0$ . Để giải quyết bài toán trên ta chọn một hệ  $n+1$  hàm độc lập tuyến tính  $f_0(x), f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)$  sau đó xây dựng hàm  $f(x)$  có dạng:

$$f(x) = a_0f_0(x) + a_1f_1(x) + a_2f_2(x) + \dots + a_nf_n(x).$$

trong đó:  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  là các tham số chưa biết mà chúng ta cần xác định dựa vào hệ hàm  $f_0, f_1, f_2, \dots, f_n$  và mẫu quan sát  $(x_i, y_i) (i=0, n)$ . [3]

Hàm  $f(x)$  được xây dựng như trên được dùng xấp xỉ hàm cho  $y = f(x)$ .

Hiện nay có rất nhiều phương pháp nội suy như nội suy Lagrange, nội suy Niuton, nội suy SPLINE, phương pháp bình phương bé nhất... Mỗi một phương pháp đều có những ưu khuyết điểm khác nhau. Với bài toán này, chúng tôi lựa chọn phương pháp nội suy Lagrange vì đây là phương pháp dễ đọc, dễ hiểu, sai số nhỏ...

Dưới đây trình bày đặc tả thuật toán của module xác định giá trị các điểm bằng phương pháp nội suy Lagrange thông qua ngôn ngữ giả trình:

**PROGRAM Yo(x0);**

**BEGIN**

**Y0 := 0 ;** {khởi tạo giá trị ban đầu}

**For i := 1 to n**

**Begin**

$T_1 := 1$ ; {Tính giá trị tử số}

$T_2 := 1$ ; {Tính giá trị mẫu số}

**For j := 1 to n**

**Begin**

**If i <> j then**

**Begin**

$T_1 := T_1 * (x(i) - x(j))$ ;

$T_2 := T_2 * (x_0 - x(j))$ ;

**End;**

**End;**

$Y_0 := Y_0 + Y(i) * T_2 / T_1$ ;

**End;**

**END.**

## 2. Giải thuật tự động xử lý làm tròn

### 2.1. Nguyên tắc làm tròn trong quá trình tính toán, tổng hợp số liệu

Trong quá trình tính toán, tổng hợp số liệu than đem tuyển (được lập thành các bảng), có một việc là cần phải kiểm tra giá trị tổng hợp của các thành phần (thường là theo cột). Giá trị này cần phải bằng một giá trị cho trước. Thông thường, số liệu sau khi tổng hợp có giá trị không bằng mà có thể lớn hơn hay nhỏ hơn giá trị cho trước đó. Vì vậy cần phải tiến hành làm tròn giá trị của các tham số thành phần. Vấn đề đặt ra là để như mong muốn, cần tiến hành làm tròn theo một nguyên tắc nhất định theo yêu cầu chuyên môn ngành tuyển khoáng. Đây là thao tác không thể thiếu nhằm đảm bảo giảm tối đa sai số và tăng độ chính xác của các tham số. Như trên đã nói, thực tế thường xảy ra 2 trường hợp phải làm tròn, đó là:

- Nếu tổng đó lớn hơn một số cố định thì phải giảm các tham số nào đó trong tổng sao cho kết quả thu được là tổng bằng số cố định đã cho.

- Ngược lại trong trường hợp tổng đó nhỏ hơn số cố định thì bắt buộc phải tăng thông số

nào đó trong tổng để thu được kết quả mong muốn.

Đối với bài toán tuyển than các tham số được làm tròn đến 2 chữ số thập phân sau dấu phẩy. Để đảm bảo được kết quả theo ý muốn, việc tìm kiếm và làm tròn với các tham số cụ thể có thể phải xét đến chữ số thứ ba hoặc thứ tư sau dấu phẩy. Sau khi chọn và làm tròn tham số thành phần lại phải kiểm tra lại kết quả tổng hợp. Nếu kết quả tổng hợp không đạt yêu cầu thì lại tiến hành làm lại... Cứ như vậy cho đến khi đạt kết quả tổng hợp mong muốn trong bảng. Việc này sau đó sẽ được lặp lại hầu như tất cả các bảng trong quá trình tính toán. Vì vậy công việc này mất rất nhiều thời gian và khó tránh khỏi sai sót. Hiện nay, mặc dù người ta đã dùng phần mềm MS Excel để hỗ trợ việc tính toán, nhưng việc tìm kiếm và làm tròn thành phần số liệu tham gia để đảm bảo nguyên tắc nói trên vẫn phải làm bằng phương pháp thủ công (do con người quyết định). Vì vậy, nhóm tác giả đã nghiên cứu và khắc phục những nhược điểm này bằng cách xây dựng một giải thuật toán học, tích hợp trong một module chương trình máy tính để việc làm tròn được thực hiện hoàn toàn tự động và đạt độ chính xác yêu cầu.

### 2.2. Giải thuật tự động xử lý làm tròn

Thuật toán chính của module này được xây dựng và đặc tả bằng ngôn ngữ giả trình như sau:

**PROGRAM lamtron(Tong,N);**

**BEGIN**

**While (Tong-N>0) {Trường hợp phải giảm phần tử trong tổng}**

**Begin**

- Xác định các phần tử trong tổng được làm tròn tăng;
- Tìm đến phần tử được làm tròn tăng có phần mở rộng nhỏ nhất trong các phần tử đã xác định được;
- Giảm phần tử tìm được đi 0.01 đơn vị;
- Tính lại Tong;

**End;**

**While (Tong-N<0) {Trường hợp phải tăng phần tử trong tổng}**

**Begin**

- Xác định các phần tử trong tổng không được làm tròn;
- Tìm đến phần tử không được làm tròn có phần mở rộng lớn nhất trong các phần tử xác định được;
- Tăng phần tử tìm được lên 0.01 đơn vị;
- Tính lại Tong;

**End;**

**END.**

## **Kết luận**

Việc nghiên cứu ứng dụng tin học trong tính toán thiết kế xưởng tuyển than thông qua các giải thuật nói trên là giải pháp khoa học, tin cậy và đã được kiểm chứng trong thực tế. Kết quả cài đặt thuật toán và chạy chương trình cho thấy hiệu quả của giải pháp rất rõ rệt. Nó thể hiện qua thời gian thực hiện tính toán nhanh chóng, hoàn toàn tự động và đạt độ chính xác mong muốn, đáp ứng được yêu cầu đặt ra của bài toán trong thực tế.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Phạm Hữu Giang, 2003. Hướng dẫn đồ án thiết kế môn học tuyển trọng lực. Trường Đại học Mỏ-Địa chất.
- [2]. Phạm Hữu Giang, 2001. Bài giảng tuyển trọng lực. Trường Đại học Mỏ-Địa chất.
- [3]. Tạ Văn Đĩnh, 2000. Phương pháp tính. NXB Giáo dục, Hà Nội.

## **SUMMARY**

### **Solutions for increasing of coal preparation plant design calculation efficiency**

**Canh Chi Thanh, Ninh Thi Mai, Dang Van Nam**

*University of Mining and Geology*

This paper is to present results of the study and applications of information technology solutions for increasing the efficiency of coal preparation plant design calculation, which are: The use of Lagrange interpolation method to replace the traditional methods (graphical and linear interpolation methods) and rounding algorithm establishment automatically to replace manual rounding. The solutions have shown quick and accurate calculation results.